

# 夏季西太平洋副热带高压北跳及异常的研究\*

张庆云 陶诗言

(中国科学院大气物理研究所,北京,100080)

## 摘 要

根据欧洲中心 1980~1989 年逐日 200, 500 和 850 hPa 风场、高度场及日本气象厅提供的 GMS 观测的黑体辐射温度(TBB)逐日资料,探讨了夏季西太平洋地区(125~145°E)副热带高压脊线季节性北跳、季内脊线位置的异常与低纬度的西风爆发和热带对流的关系。研究表明:初夏西太平洋地区低层赤道西风爆发后,西太平洋地区的赤道对流加强(赤道地区的 TBB 值减小);赤道西风向北扩展,赤道强对流向北推移,热带对流加强(热带地区 TBB 值减小)。夏季西太平洋副热带高压脊线的二次北跳现象与低层赤道西风二次北跳及赤道对流向北推移密切相关。研究指出:夏季热带对流弱(强),西太平洋副热带高压脊线位置相对偏南(北),夏季西太平洋副热带高压脊线位置的异常与高、低层流场辐合、辐散中心的位置及高层西风传播方向有关。

**关键词:**西太平洋副热带高压,季节性北跳,季内脊线位置异常。

## 1 引 言

出现在对流层中下层位于大洋上的暖性高压——副热带高压,其强度和范围冬夏季有很大不同,夏季强盛,位置最北,冬季减弱,位置最南。西太平洋副热带高压脊线随着季节北进、南撤现象是东亚大气环流季节转换的最显著特征。对西太平洋副热带高压特别是夏季西太平洋副热带高压的研究,一直受到中国气象工作者的关注和重视,其研究大致可归纳为三个方面:一是副热带高压自身变化规律的研究<sup>[1~4]</sup>,主要研究副热带高压(以下简称副高)的形状、结构、性质及其时-空变化特征等;二是对影响副高活动的因子进行了广泛的探讨<sup>[5~9]</sup>,所涉及到的因子有:高低空和高中低纬环流,陆面(包括高原)和海洋(包括极冰)状况,大气外部因子(如太阳活动)等;三是研究副热带高压季内、年内、年际及年代际变化与天气、气候的关系<sup>[10~11]</sup>。在这诸方面的研究中,夏季副热带高压进退的研究历来受到高度重视。夏季副高的移动有缓慢移动和突然跳跃两种方式,从初夏到盛夏西太平洋副热带高压有两次明显的季节性北跳,平均而言,6月中旬前后,副高开始第1次北跳,东亚夏季风推进到长江流域,江淮流域入梅;7月中旬左右,副高第2次北跳,东亚夏季风推进到华北,江淮流域梅雨结束,华北雨季开始。初夏至盛夏西太平洋副热带高压脊线北跳的位置对中国东部雨带的变化有直接影响,然而西太平洋副热带高压北跳机制及其异

\* 初稿时间:1998年7月6日;修改稿时间:1998年12月12日。

资助课题:国家自然科学基金项目——副热带高压的变异机理(#49635170)。

常的物理成因并不十分清楚,文中根据侯平均资料,对初夏至盛夏西太平洋副热带高压脊线的两次北跳及季内副高脊线位置的异常与低纬度西风爆发和热带对流的关系进行探讨。

## 2 资料

欧洲中期天气预报中心 1980~1989 年逐日全球格点(格点间距为  $2.5 \times 2.5$  经纬度)的 200, 500 和 850 hPa 高度场、风场资料以及日本气象厅 GMS 观测的黑体辐射温度(TBB)1980~1989 年逐日资料( $60^{\circ}\text{S} \sim 60^{\circ}\text{N}, 80^{\circ}\text{E} \sim 160^{\circ}\text{W}$ , 分辨率  $1 \times 1$  经纬度)。

## 3 夏季西太平洋副高两次北跳与低纬西风爆发及对流的关系

在天气分析中一般用 500 hPa 等压面上 588 dagpm 等高线的变化描述西太平洋副热带高压活动状况<sup>[12]\*</sup>: (1)取大于或等于 588 dagpm 的格点数表示副热带高压面积指数,并用大于 587 dagpm 的部分以 dagpm 为单位的累积值为强度指数; (2)用 588 dagpm 等高线的轴线或 588 dagpm 等高线定义副热带高压脊线,脊线南北位移代表副热带高压南撤北进; (3)用 588 dagpm 等高线的西边界线位置代表副热带高压西伸脊点。然而在实际天气图上,有时分析不出 588 dagpm 等高线,如用 588 dagpm 等高线描述副高活动,就会出现不连续现象。此外 588 廓线的轴线表示脊线位置带有一定的主观性,故用 588 dagpm 等高线描述副高活动有时不能客观化。

众所周知,对流层中层 500 hPa 上的西太平洋副热带高压南侧盛行东风,北侧盛行西风,在副高内必然客观地存在一个  $U=0$  的东、西风分界线。 $U=0$  线与 588 dagpm 等高线的关系如何?图 1 给出  $125 \sim 145^{\circ}\text{E}$  内(即夏季西太平洋副热带高压主体所在的范围)1980~1989 年 10 a 平均的 500 hPa 高度场 5~9 月逐候 588 和 586 dagpm 等高线(因有时分析不出 588 线)、500 hPa 高度上  $U=0$  线(图中粗实线)和  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  (图中阴影区)时间-纬度的剖面图。一般  $\text{TBB} > 270 \text{ K}$  的区域是晴空区,文中用  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  代表西太平洋副热带高压控制区。在热带 TBB 值越小表示对流越强(上升运动区),TBB 值越大说明对流越弱。

$U=0$  线以及  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  的高值区的变化与 588(或 586)dagpm 等高线的变化趋势一致, $U=0$  和  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  的高值区的变化更接近副高脊线位置,图中 588 dagpm 等高线(细线)在 7 月中旬至 8 月中旬中断,此时用 588 线描述西太平洋副高活动,就出现不连续现象,如用  $U=0$  或  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  的高值区的变化描述西太平洋副高活动,不但可以客观地定义出副高脊线位置,而且对副高变化的描述也连续。从初夏到盛夏  $U=0$  和  $\text{TBB} \geq 280 \text{ K}$  出现两次向北突跳,第 1 次北跳时间在 6 月第 2 候,从  $20^{\circ}\text{N}$  以南跳到  $23^{\circ}\text{N}$ , 5 d 向北移了 3 个纬度,此后缓慢北上,用 35 d 的时间北移 3 个纬度到达  $26^{\circ}\text{N}$ ; 第 2 次北跳在 7 月第 4 候,从  $26^{\circ}\text{N}$  跳到  $35^{\circ}\text{N}$ , 10 d 跳了 9 个纬度,8 月初从  $35^{\circ}\text{N}$  开始南撤,并于 8 月中旬回到  $26^{\circ}\text{N}$ 。从上可知,500 hPa 高度上的风场  $U=0$  线及 TBB 场上 TBB 高值区的变化能较客观地描述夏季西太平洋副热带高压脊线两次季节性北跳现象,这说明夏季西太平洋

\* 中央气象台长期预报科,1982,北半球 500 hPa 月平均副热带高压面积指数和强度指数。

副热带高压脊线两次北跳可能与风场和 TBB 的变化有关。

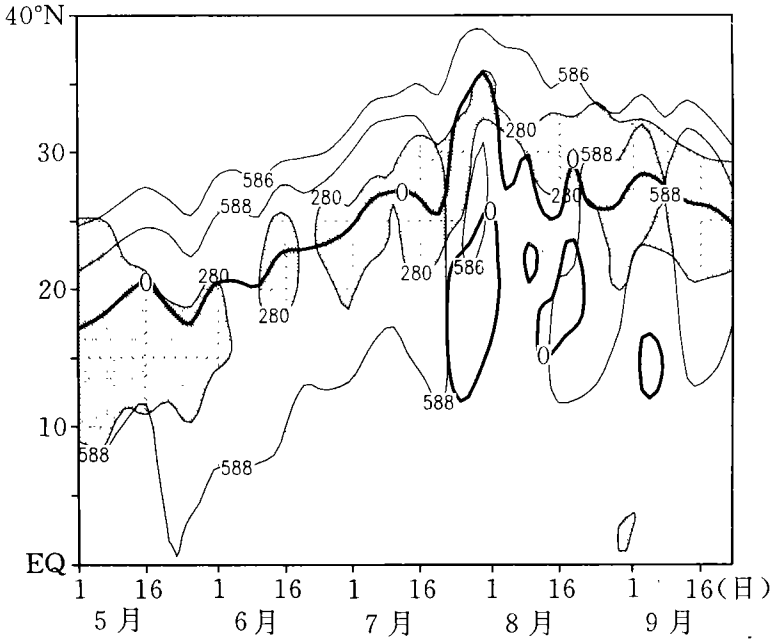


图1 125~145°E 内 1980~1989 年 10 a 平均的时间-纬度剖面图  
 (细实线:逐候 500 hPa 高度场 588、586 dagpm 等高线,粗实线:U=0 线,阴影区:TBB≥280 K)

图 2 给出 125~145°E 内 1980~1989 年 10 a 平均的逐月逐候 TBB 时间-纬度剖面图。从 11 月到 5 月的冬半年,大于或等于 280 K 的 TBB 区域稳定少动,其中心位置在 15~20°N 之间(即西太平洋副热带高压冬季位置),这期间西太平洋赤道地区没有强对流出现;6 月 10 日,西太平洋赤道地区出现小于 265 K 的 TBB 低值区(深阴影区),在 5~10°N

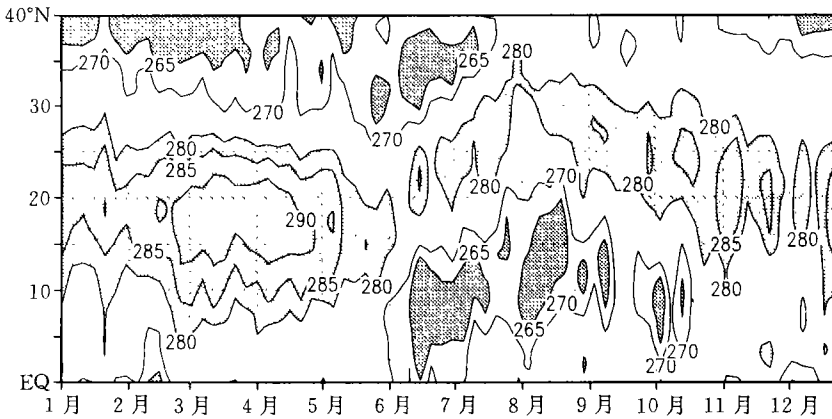


图2 125~145°E 内 1980~1989 年 10 a 平均的逐月逐候 TBB 时间-纬度剖面图  
 (图中浅阴影区:TBB≥280 K,深阴影区:TBB≤265 K)

的区域内有强对流发展,大于 280 K 的 TBB 高值区即西太平洋副热带高压面积减小,副高中心位置由  $20^{\circ}\text{N}$  以南跳至  $20\sim 25^{\circ}\text{N}$ ,这是副热带高压第 1 次北跳;此后  $5^{\circ}\text{N}$  以南的西太平洋赤道对流减弱,强对流在  $5\sim 13^{\circ}\text{N}$  区域内稳定发展,西太平洋副高缓慢北进,7 月第 4 候,  $5\sim 13^{\circ}\text{N}$  地区的强对流开始北跳到  $13\sim 18^{\circ}\text{N}$ ,西太平洋副高面积再次减小,北跳到  $30^{\circ}\text{N}$  以北,这是副热带高压第 2 次北跳;此后强对流维持在  $20^{\circ}\text{N}$  以南的热带地区,8 月下旬西太平洋热带地区的对流减弱开始南撤,西太平洋副高也随之南退,秋季(10 月中旬)西太平洋地区无论是热带还是赤道地区的对流完全消失,西太平洋副热带高压转为冬季稳定型。综上所述,6 月 10 日左右西太平洋地区赤道强对流生成,副高第 1 次北跳;此后强对流在热带地区发展,西太平洋副高缓慢北进;7 月第 4 候热带强对流北跳,西太平洋副高第 2 次北跳。

图 3 给出  $125\sim 145^{\circ}\text{E}$  内 1980~1989 年 10 a 平均的逐月逐候 850 hPa  $U$  分量时间-纬度分布图。11~5 月的冬半年,西风(实线)一直维持在  $5^{\circ}\text{N}$  以南的赤道地区,6 月初(6 月第 1 候)赤道西风突然向北爆发(如图中箭头所示),从  $5^{\circ}\text{N}$  以南扩展到  $10^{\circ}\text{N}$  左右,在  $10^{\circ}\text{N}$  附近维持了一个月左右;7 月第 3 候西风再一次向北扩展(如图中箭头所示),从  $10^{\circ}\text{N}$  扩展到  $20^{\circ}\text{N}$  左右,7 月第 6 候西风位置最北;8 月初西风南撤,10 月中旬,热带地区西风消失,此后从 11 月至 5 月的冬半年,西风一直维持在  $5^{\circ}\text{N}$  以南的赤道地区。

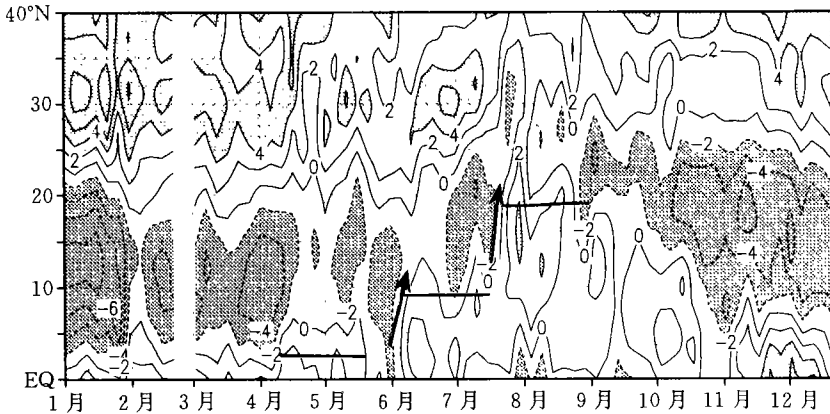


图 3  $125\sim 145^{\circ}\text{E}$  内 1980~1989 年 10 a 平均 1~12 月  
逐月逐候 850 hPa  $U$  分量时间-纬度分布图  
(图中虚线代表东风,实线代表西风)

综上所述,6 月第 1 候,西太平洋地区低层赤道西风向北扩展到  $10^{\circ}\text{N}$  左右,6 月第 2 候赤道和热带地区对流生成发展,西太平洋副高出现第 1 次北跳;7 月中旬西太平洋地区低层赤道西风从  $10^{\circ}\text{N}$  北跳到  $20^{\circ}\text{N}$  左右,7 月第 4 候西太平洋热带强对流北跳,西太平洋副高开始第 2 次北跳;8 月初西太平洋低层热带西风开始南撤,热带对流减弱,西太平洋副高南退。西太平洋副高第 1 次北跳发生在西太平洋低层赤道西风爆发, $10^{\circ}\text{N}$  以南对流加强后;副高第 2 次北跳发生在西太平洋低层赤道西风再次北跳, $10^{\circ}\text{N}$  以南的对流北跳到  $15^{\circ}\text{N}$  左右,分析表明西风北跳一候后,强对流北跳。

#### 4 夏季西太平洋副高脊线位置的异常与梅雨的关系

夏季西太平洋副高脊线两次北跳与低层赤道西风北跳及热带对流加强密切相关。初夏西太平洋副高第 1 次北跳后的脊线位置偏北,常常造成江淮流域高温、少雨;脊线位置偏南,往往给长江流域及江南带来低温、多雨;此外江淮流域梅雨期的长短与西太平洋副高两次北跳的时间间隔密切相关。

图 4a,b 分别给出夏季长江流域多雨年和少雨年 500 hPa 高度场上 125~145°E 内平均的  $U=0$  线的变化。图中实线是 1980~1989 年 10 a 平均  $U=0$  线的变化,图 4a 是多雨年(1980 和 1983 年)2 a 平均的  $U=0$ (虚线)的变化,图 4b 是少雨年(1981 和 1985 年)2 a 平均的  $U=0$ (虚线)的变化。

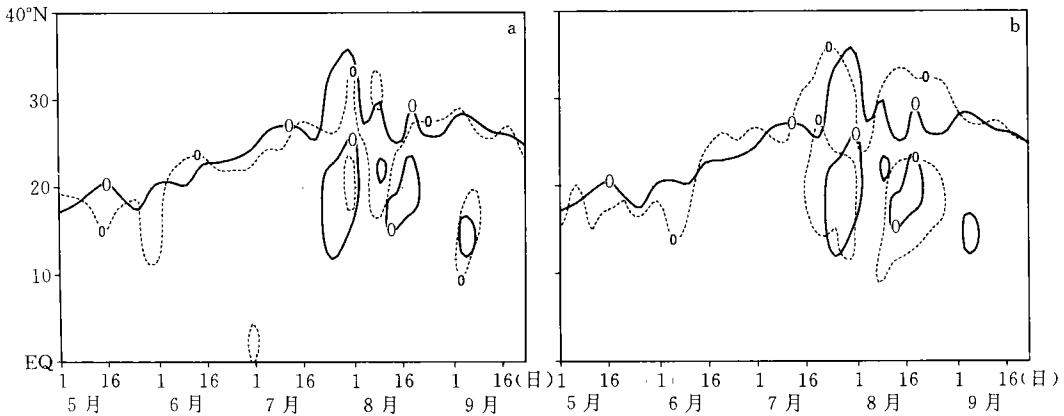


图 4 500 hPa 高度场上 125~145°E 内平均的  $U=0$  线的时间-纬度剖面图

(a. 虚线表示长江流域多雨年;b. 虚线表示长江流域少雨年。实线表示 1980~1989 年 10 a 平均)

图 4a 中的虚线表明,西太平洋副高脊线第 1 次北跳后的位置比平均位置偏南 2 个纬度,脊线第 2 次北跳的时间在 7 月第 5 候(平均 7 月第 4 候),这说明副高第 2 次北跳的时间偏晚。1980 和 1983 年长江流域降水偏多、出梅偏晚、梅雨期偏长与西太平洋副高脊线第 1 次北跳后的位置偏南、第 2 次北跳的时间偏晚密切相关。图 4b 虚线表明,西太平洋副高脊线第 1 次北跳后的位置比平均位置偏北 2 个纬度,脊线第 2 次北跳的时间在 7 月第 2 候,比平均状况(7 月第 4 候)偏早 2 候,这说明副高第 2 次北跳的时间较早。1981 和 1985 年长江流域夏季降水偏少、出梅较早(在 7 月第 2 候)、梅雨期短与西太平洋副高脊线第 1 次北跳后位置比平均位置偏北 2 个纬度、第 2 次北跳的时间比平均状况偏早有关。这说明  $U=0$  线的变化不仅能较客观地反映副高脊线两次季节性的北跳,而且对副高脊线季内异常的变化也描述的较好。

图 5 给出西太平洋副高脊线位置异常时 125~145°E 内平均的 200 hPa 矢量风距平随时间-纬度变化。当夏季副高脊线比正常位置偏南时,在 20°N 以南的热带地区,其高空 200 hPa 高度上的风矢量距平表现为辐合中心(图 5a),850 hPa 风矢量距平为辐散中心(图略),高层辐合低层辐散,500 hPa 中间层为下沉运动,夏季 200 hPa 高度上风矢量距平的辐合中心维持在 20°N 以南地区,风场的这种配置有利于 6~8 月副高脊线位置相对偏

南。当夏季副高脊线比正常位置偏北时,高空 200 hPa 矢量风距平的辐合中心(图 5b)、850 hPa 的辐散中心(图略),出现在 20°N 以北的副热带地区,而在 20°N 以南地区,其高层为辐散中心(图 5b),低层 850 hPa 为辐合中心(图略),这说明 20°N 以南地区的 500 hPa 高度上为上升气流,夏季高低层风场的这种配置,使得副高脊线位置相对偏北。

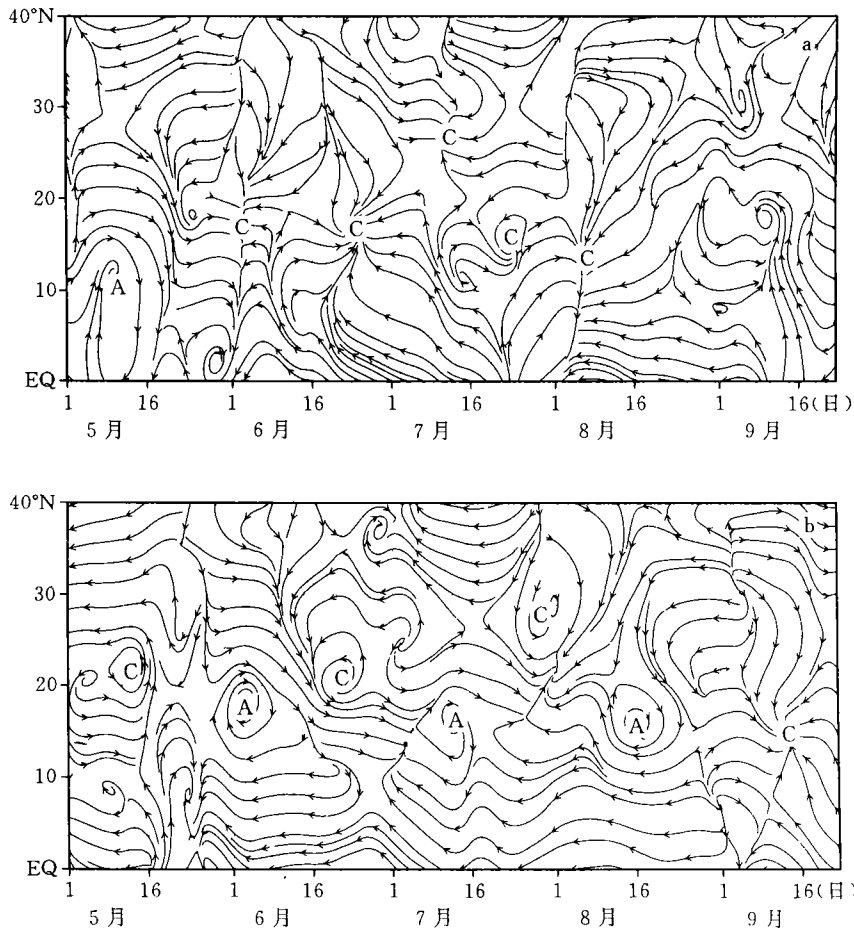


图 5 125~145°E 内平均的 200 hPa 矢量风距平随时间-纬度变化  
(a. 副高脊线位置偏南; b. 偏北)

图 6 给出西太平洋副高脊线位置异常时 125~145°E 内平均的 TBB 距平值的时间-纬度变化。6 月 10 日,赤道对流加强(见图 6a,TBB 值为负距平),6 月 15 日赤道强对流向北扩展到 10°N,此后这个强对流区维持在 10°N 以南,没有向北推进,7 月 15 日维持在 10°N 以南的强对流区向北扩展到 18°N,但 7 月 20 日回到 10°N。这说明夏季强对流维持在 10°N 以南,热带地区(10~25°N)的对流相对较弱(见图 6a,TBB 值为正距平),夏季副高脊线位置较偏南,由于热带对流相对较弱,也使得脊线第 2 次北跳的纬度较小,仅向北跳了 5~6 个纬度(见图 4a 中虚线)。图 6b 表明,6 月初赤道对流加强,6 月 10 日左右,赤

道对流减弱,而热带对流加强(图 6b 中 TBB 值为负距平),7 月 10 日强对流中心到达 25°N 左右,夏季在 10~25°N 的热带地区,一直有强对流发展,这表明热带对流强时(图 6b 中 TBB 值为负距平),不但副高脊线位置相对偏北,而且副高脊线第 2 次北跳的纬度也较大,向北跳了 10~11 个纬度(图 4b 中虚线)。

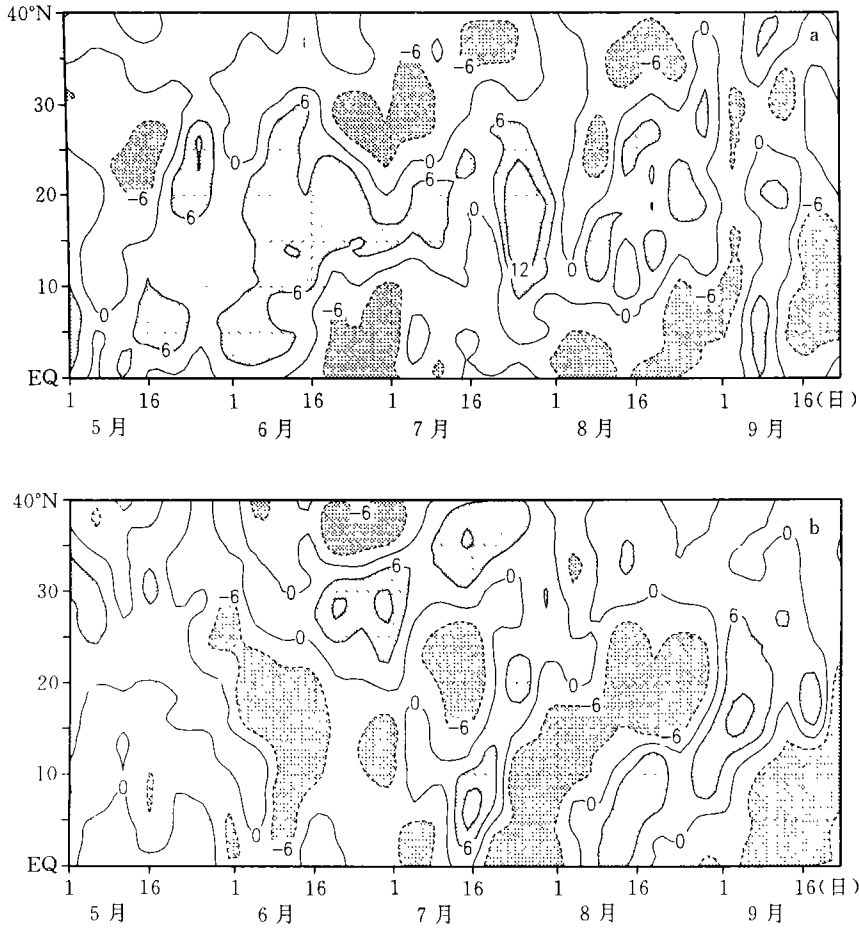


图 6 125~145°E 内平均的 TBB 距平值随时间-纬度变化  
(a. 副高脊线位置偏南;b. 副高脊线位置偏北)

上述分析表明,热带对流(TBB)的强弱及高、低层矢量风距平的辐合、辐散中心位置与夏季西太平洋副高脊线的异常密切相关。夏季 200 hPa 矢量风距平的辐合中心(辐散中心)位于 20°N 以南,热带对流偏弱(强),夏季副高脊线位置相对偏南(北)。

图 7 给出了西太平洋副高脊线位置偏南、偏北时在 125~145°E 内高层 200 hPa 纬向风的距平值随时间-纬度变化。夏季高层 200 hPa 西风由中高纬度向低纬方向传播时(图 7a),可能是中高纬环流较强,中高纬的能量向低纬方向输送时,不利于赤道对流向北发展,热带对流偏弱,夏季西太平洋副高脊线位置相对偏南;夏季高层西风由低纬向中纬方

向传播(图 7b),可能是低纬环流较强,低纬能量向中高纬方向输送时,有利于赤道对流向北传播,热带对流加强,夏季西太平洋副热带高压脊线位置偏北。从图 7 中可见,无论高层西风由低纬向中高纬方向传播,还是由中高纬向低纬方向传播,30~50 d 的振荡十分明显。

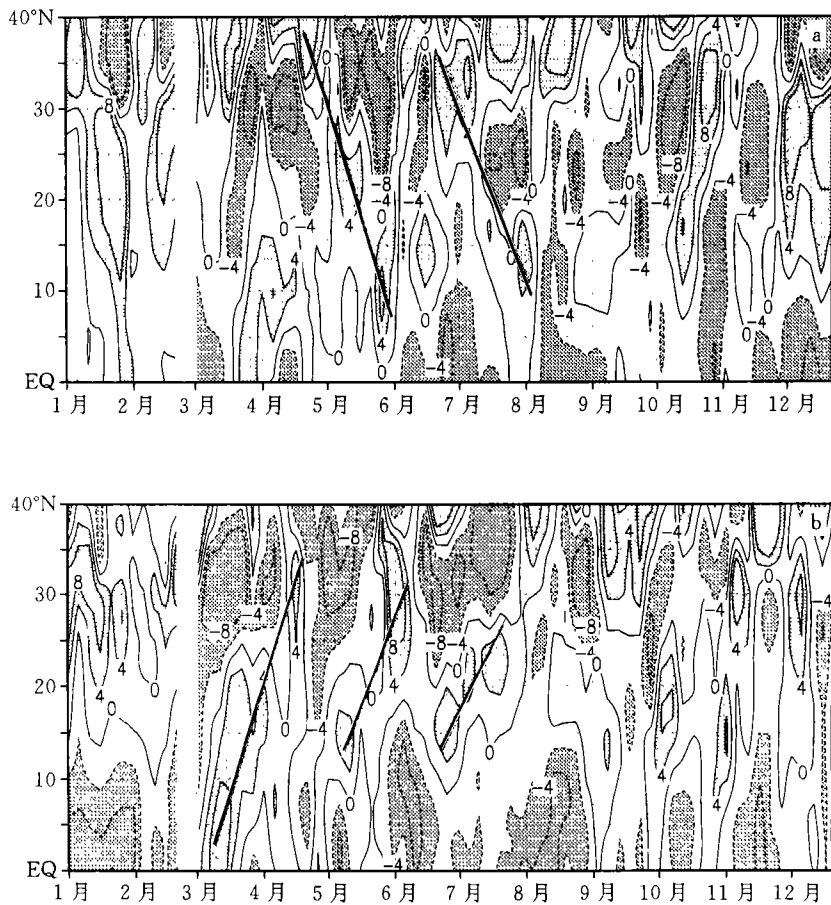


图 7 125~145°E 内平均的高层 200 hPa 纬向风的距平随时间-纬度变化  
(图中实线表示西风,虚线表示东风)

### 5 结论与讨论

文中利用欧洲中心 1980~1989 年的风场、高度场及日本气象厅提供的 GMS 观测的逐日黑体辐射温度(TBB)资料,讨论了夏季低纬风场及对流场变化与西太平洋副热带高压脊线季节性北跳、季内脊线位置异常的关系,结果表明:

(1)初夏西太平洋副高第 1 次北跳与西太平洋地区低层赤道西风爆发和赤道对流加强密切相关;盛夏西太平洋副高第 2 次北跳与赤道西风扩展北进到热带,热带对流加强密切相关。



(2)夏季 200 hPa 高度上矢量风距平场在 20°N 以南为辐合中心(辐散中心),20°N 以南的热带地区盛行下沉运动(上升运动),热带对流偏弱(偏强),副高脊线位置相对偏南(偏北)。

(3)夏季 200 hPa 高度场上的西风从中高纬度向低纬方向传播时,不利于赤道对流向北发展,热带对流偏弱,西太平洋副高脊线位置相对偏南;200 hPa 高度场上的西风由低纬向中高纬度方向输送时,有利于赤道对流向北发展,热带对流偏强,夏季副高脊线位置相对偏北。

以上我们仅分析了热带风场、对流场的变化与西太平洋副热带高压脊线季节性北跳、季内脊线位置异常的关系,由于资料序列较短,没有进一步作相关分析。另外天气过程表明,西太平洋副热带高压脊线季节性北跳、季内脊线位置的异常不仅受低纬环流的影响,同时还受到其它诸多因素的影响,文中虽然指出夏季高层西风传播方向与西太平洋副热带高压脊线位置异常的关系,但中高纬度环流及其他要素与西太平洋副热带高压脊线季节性北跳、季内脊线位置异常的关系,需要进一步研究。

#### 参考文献:

- 1 黄土松,余志豪.副热带高压结构及其同大气环流有关若干问题的研究.气象学报,1961,31(3):339~359
- 2 黄土松.副热带高压东西向移动及其预报的研究.气象学报,1963,33(3):320~332
- 3 董步文,丑纪范.西太平洋副热带高压脊线位置季节变化的实况分析和理论模拟.气象学报,1988,46(3):361~364
- 4 毕慕莹.夏季西太平洋副热带高压的振荡.气象学报,1989,47(4):467~474
- 5 陶诗言,朱福康.夏季亚洲南部 100 hPa 流型的变化及其与副热带高压进退的关系.气象学报,1964,34(4):385~395
- 6 黄荣辉,李维京.夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及物理机制.大气科学,1988(特刊 1928~1988):107~116
- 7 喻世华,杨维武.季节内西太平洋副热带高压异常进退的诊断研究.热带气象学报,1995,11(3):214~221
- 8 赵振国,陈国珍.初夏西太平洋副热带高压南北位置长期变化的成因及预报.热带气象学报,1995,11(3):223~229
- 9 庄世宇,纪立人.夏季副热带西太平洋大气环流持续异常.科学通报,1997,42(20):2196~2199
- 10 陶诗言等著.中国夏季副热带天气系统若干问题的研究.北京:科学出版社,1963:1~124
- 11 陶诗言,徐淑英.夏季江淮流域持久性旱涝的环流特征.气象学报,1962,32(1):1~18
- 12 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1981.337pp

# THE STUDY OF THE SUDDEN NORTHWARD JUMP OF THE SUBTROPICAL HIGH OVER THE WESTERN PACIFIC

Zhang Qingyun Tao Shiyan

*(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080)*

## Abstract

Based on the wind data at 200, 500 and 850 hPa levels from the ECMWF data sets and TBB data of Japan (JMA) Geostationary Meteorological Satellite (GMS) during 1980—1989, it is discussed that the characteristics of convection and westerly wind at low latitude vary and its relation to two jumps northward of the ridge line of the subtropical high over Western Pacific during summer. It is found that the outburst of low-level equatorial westerly wind and equatorial convection intensity over western pacific in the 2nd pentad of June caused the first northward jump of the subtropical high, and the low-level equatorial westerly wind and equatorial convection moved northward to tropic in the 4th pentad of July caused the second northward jump of the subtropical high. Analysis results based on TBB show that the tropical convection strengthens (weakens) and the ridge line of the Western Pacific Subtropical high lies to the north (south) of normal state during summer.

**Key words:** Subtropical high of the Western Pacific, Seasonal northward jump, Abnormality of the ridge line.